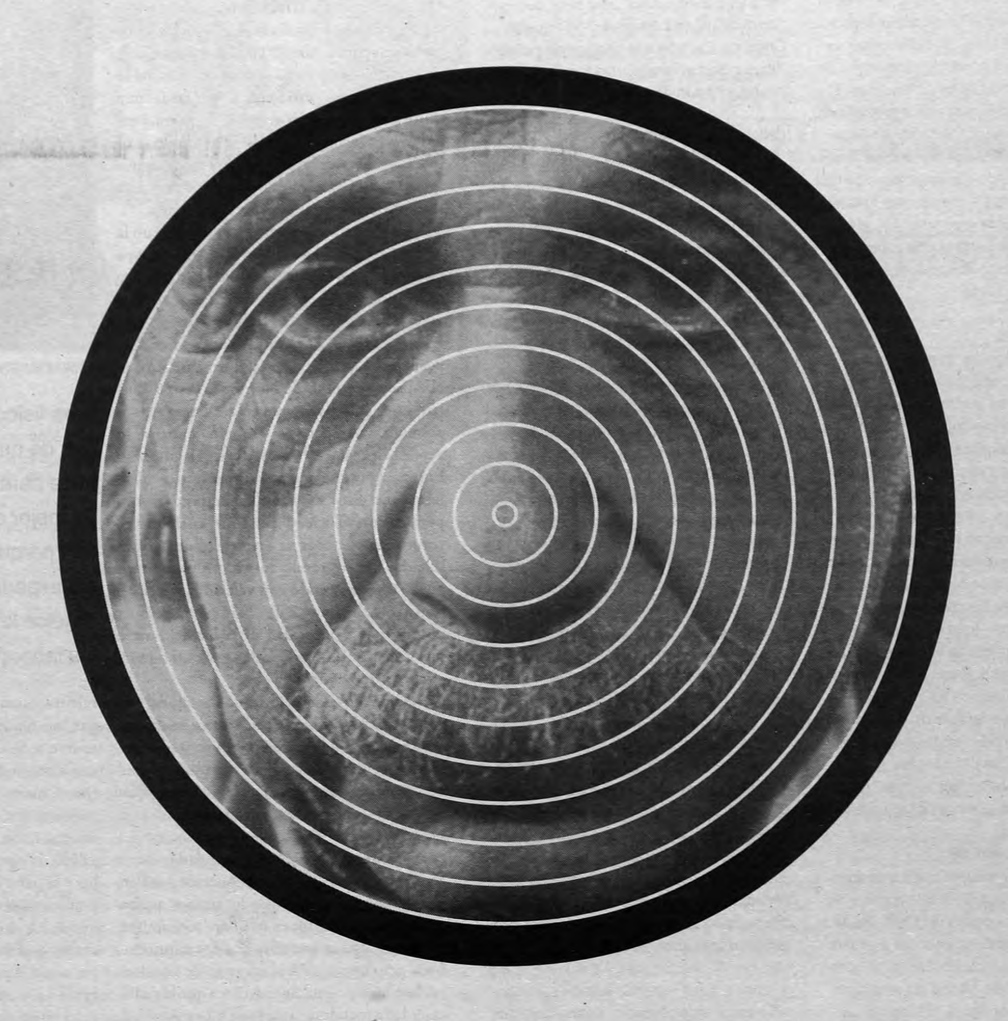


POR MARTIN DE AMBROSIO

CAFE CIENTIFICO: EL LEGADO DE EINSTEIN

La física en el siglo XXI

Como Darwin, como Galileo, como el propio Newton, Albert Einstein produjo una revolución científica: dislocó, radicalizó (como buen revolucionario) algunas de las proposiciones de Newton y cambió para siempre el mundo en que vivimos. El límpido espacio y el tiempo matemático de la física clásica se fusionaron en una nueva entidad, el continuo espacio-tiempo, en el que hay velocidades máximas y que se curva a veces hasta el paroxismo en los agujeros negros. Para esta edición, Futuro eligió algunos fragmentos de la charla de Café Científico, en la que los físicos argentinos Diego Mazzitelli y Gastón Giribet se refirieron a cómo continúan los estudios en física en el siglo XXI, después del siglo de mayor avance. Ese es el legado de Einstein.

Los trabajos de Einstein han probado ser seguramente las ideas científicas más fructíferas del siglo XX. Aun hoy se busca comprobar empíricamente predicciones teóricas que se le ocurrieron a aquel físico que fue empleado de la oficina de patentes de Suiza, y que, años más tarde, solía salir en las fotos con el pelo como azotado por un huracán.

La teoría funcionó con gran exactitud y hasta ahora no ha fallado. Es verdad que algunas de las predicciones más extrañas, o altamente especulativas, como las teorías de las supercuerdas o los agujeros de gusano, siguen sin encontrar otro sustento que el complejo armazón teórico, pero dada la apariencia de infalibilidad de las teorías de la relatividad (la general y la especial) son hipótesis que siguen a la espera de alguien que las "vea" en experimentos. Otras, como la constancia de la velocidad de la luz, han encontrado su validación en todos los laboratorios de física del mundo.

Una de las formas en que suele describirse la teoría einsteiniana es calificándola de "anti-intuitiva", en comparación sobre todo con la teoría y visión del mundo clásica, o newtoniana, que sería más próxima al "sentido común", sea esto lo que sea. Y, aunque Einstein no descartó por completo el edificio teórico del gran inglés, un par de puntos diferentes llevaron a conclusiones radicalmente (con perdón de la palabra) distintas: la velocidad de la luz en el vacío es absoluta, y la imposibilidad de enviar información a una velocidad mayor que la de la luz, que así se transforma en una barrera infranqueable de la naturaleza.

Sin embargo, y para no contrariar a quienes definen a la ciencia como un conocimiento provisorio, acumulativo y progresivo, Einstein no logró cerrar su paquete y envolverlo para regalo, o –para usar una metáfora más divina– no alcanzó a dar con las leyes físicas con las que se divirtió algún dios cuando este universo estaba en período de construcción. Lo que Einstein no logró es una teoría unificada, que reúna en un todo armonioso la relatividad con la mecánica cuántica, y que hace más de 70 años que los físicos buscan con ahínco y aún sin resultados. Quien dé con ella (si es que ¿existe?) no sólo se hará acreedor de la fama terrenal y de numerosos premios: también habrá dado con la gramática divina.

Sobre estas cuestiones de física giró, como un electrón alrededor del núcleo atómico, la segunda charla del segundo año del ciclo de Café Científico –organizado por el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires en la Casona del Teatro– que contó con las brillantes exposiciones de Diego Mazzitelli, profesor de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, y de Gastón Giribet, investigador del Instituto Argentino de Física del Espacio (IAFE) y la FCEyN. La próxima cita de café, el 21 de mayo, será sobre el Buenos Aires prehistórico y arqueológico.

LA REVOLUCION EN TREN

Diego Mazzitelli: A principios del siglo XX hubo una revolución en la física. Einstein cambió las nociones intuitivas que teníamos sobre el espacio y el tiempo. En el marco de la física newtoniana, la noción científica sobre el espacio y el tiempo era la "intuitiva". Es decir, el espacio y el tiempo eran inmodificables y absolutos, eran el marco donde ocurrían todos los procesos naturales. Y era imposible saber, a partir de un experimento mecánico, si uno estaba moviéndose o no con respecto a ese espacio absoluto. ¿Cómo saber si me muevo o no en ese espacio? Bueno, pues, no hay manera de saberlo con las leyes de Newton. Y la primera señal de que algo estaba por ocurrir surgió hacia 1860 cuando Maxwell terminó de formular su teoría de los fenómenos eléctricos

ASTRONAUTICA: EL TERCERO EN DISCORDIA

China apunta al espacio

POR MARIANO RIBAS

Sin hacer mucho ruido, los chinos se están preparando para dar el gran salto al espacio: para los próximos años, prometen poner varios astronautas en órbita, la construcción de una gran estación espacial y... algo más. El anuncio, espectacular por cierto, proviene de la Administración Nacional China del Espacio. Y si bien es cierto que no es mucho más lo que ha trascendido oficialmente, ya se han filtrado unos cuantos e interesantes detalles sobre este ambicioso programa. Así, el país más poblado de la Tierra podría convertirse en la tercera potencia espacial, después de Estados Unidos y Rusia.

ANTECEDENTES

El programa espacial chino no es muy conocido, pero tiene sólidos antecedentes. Desde principios de la década del 70, China ha lanzado al espacio unos 300 satélites. Y durante los últimos años han aprovechado la enorme experiencia espacial ruso/soviética: les han comprado (y copiado) tecnología, y muchos de sus futuros astronautas se han estado entrenando en Rusia. La influencia rusa en el programa chino es evidente: de hecho, las actuales naves Shenzhou son casi idénticas a las famosas Soyuz. Y resulta que las Shenzhou (que se pronuncia "shun-jo") son la punta de lanza de la inminente aventura china. Estas naves, que van colocadas en la punta de un modernísimo cohete (como se ve en la foto), están compuestas por un módulo orbital, un módulo de retorno y motores propulsores. Y están preparadas para llevar "taikonautas" (ése es el término que usan los chinos) al espacio.

ANIMALES Y MUÑECOS

Las Shenzhou protagonizaron tres ensayos completamente exitosos: la primera nave despegó en noviembre de 1999, desde el Centro Espacial de Lanzamientos Jiuquan (ubicado en la provincia de Ganzu, al noroeste de China). Y dio 14 vueltas alrededor del planeta, pero sin llevar tripulación. La Shenzhou II, lanzada en enero del 2001, fue un poco más lejos, porque orbitó a la Tierra 108 veces durante una semana, y sí llevó tripulantes, aunque no precisamente humanos: un mono, un perro, bacterias (algunas versiones dicen que también viajó un conejo). Al parecer, todos regresaron sanos y salvos. Por último, el 25 de marzo pasado, los chinos lanzaron a la Shenzhou III. Tampoco viajaron verdaderos taikonautas, pero casi: la "tripulación" eran dos muñecos y varios instrumentos que controlaron las condiciones de habitabilidad de la cápsula (entre ellas, la cantidad de oxígeno y la temperatura a bordo). La nave permaneció una semana en órbita y, al igual que sus predecesoras, su módulo de retorno aterrizó exitosamente en China. El éxito de estas primeras pruebas de lanzamiento y retorno de cápsulas ha demostrado que "las naves Shenzhou son técnicamente apropiadas para llevar y traer astronautas", dijo hace poco un alto oficial de la Administración Nacional China del Espacio a la agencia de noticias Xingua. Según esta y otras fuentes, lo más interesante aún está por venir.

CHINOS EN ORBITA

Muy al estilo ruso, las autoridades chinas también se muestran herméticas sobre los detalles de su programa espacial tripulado, conocido como "Proyecto 921". Pero todo indica que en el 2003, o a lo sumo en el 2004, China realizará un último ensayo con las Shenzhou. Y en el 2005, finalmente, lanzaría al espacio a sus dos primeros taikonautas, una hazaña que sólo han logrado Estados Unidos y Rusia. De hecho, el gobierno chino del presidente Jiang Zemin está decidido a sumarse a la carrera espacial, compitiendo palmo a palmo con los dos monstruos de siempre y con la Unión Europea. Hasta ahora, China no ha podido participar en la construcción de la Estación Espacial Internacional, y por eso, ya está soñando con su propio castillo orbital: según trascendidos, la Administración Nacional China del Espacio está diseñando una estación espacial que estaría lista hacia el 2015. Probablemente será una versión ampliada y mejorada de la inolvidable Mir de los rusos. Pero los sueños chinos no se terminan ahí. Todavía falta la frutilla del postre.

EL VIAJE A LA LUNA

Los principales lineamientos del programa espacial de China aparecen en el *Libro Blanco* de la exploración aeroespacial, publicado por el gobierno hace un par de años. Allí se mencionan, sin mucho detalle, distintos proyectos para las próximas dos décadas, entre ellos, claro, la puesta en órbita de taikonautas. Pero hay algo particularmente llamativo: "Los planes de exploración lunar". China quiere ir a la Luna, ni más ni menos. Y, en realidad, eso no sería tan novedoso: recientemente, distintos medios chinos dijeron que su gobierno alguna vez pensó en un viaje tripulado a la Luna para 1999, celebrando el 50º aniversario de la fundación de la República Popular China. De más está decir que eso no ocurrió, pero la idea sigue dando vueltas. E incluso hay una fecha tentativa, aunque extraoficial: el 2010. De concretarse, sería una hazaña mayúscula, algo que sólo pudieron hacer los norteamericanos (aunque a un costo insostenible). Si así fuera, dentro de ocho años el hombre volvería a pisar la superficie lunar después de una larga pausa de cuatro décadas (la última misión Apolo fue en diciembre de 1972).

Para muchos analistas, toda esta movida, va más allá de lo meramente científico, y apunta a una gigantesca propaganda de orgullo nacional. Sea como fuere, es un emprendimiento serio, sumamente interesante, y le agrega un tercer "peso pesado" al panorama de la astronáutica mundial: los chinos, inflados de orgullo, ya saben que se han lanzado a la más grande de las aventuras.

UN COHETE CHINO, QUE LLEVA A LAS NAVES SHENZHOU. LAS SHENZHOU SON SIMILARES A LAS SOYUZ RUSAS.

La física en...

y magnéticos. de los fenómenos eléctricos y magnéticos. Maxwell encontró que su teoría predecía la existencia de ondas electromagnéticas. Y predecía una velocidad muy particular para la luz: 300.000 km por segundo en el vacío (como luego se comprobó). Una velocidad muy alta pero finita: la luz "tarda" en ir de un lado a otro. Pero ¿respecto de quién, o qué, la luz viaja a 300.000 km/s? Si yo mido la luz que sale ahora del proyector y la mide alguien que pasa por Corrientes en auto, tendría que dar velocidades distintas según la física clásica.

Entonces, teníamos una asimetría. Por un lado, las leyes de Newton no permitían el espacio absoluto; por otra parte, las leyes del electromagnetismo decían que había un sistema privilegiado: respecto de cualquier sistema de referencia, la luz se movería a 300.000 km/s. Una posibilidad de solución era decir: "bárbaro, ése el espacio absoluto de Newton". Pero a Einstein no le gustaba mucho la idea de un espacio absoluto, y tampoco esa asimetría entre las leyes de la mecánica y las del electromagnetismo. Entonces postuló que no existe el espacio absoluto. Si yo estoy moviéndome respecto de otra persona con velocidad constante, cualquier experimento que haga va a tener los mismos resultados que los resultados en otro laboratorio que se esté moviendo con velocidad constante respecto del primero. En particular, Einstein postuló que la velocidad de la luz debe ser la misma para cualquier persona, sea cual fuese su estado de movimiento.

Retomando el ejemplo, la luz que sale del proyector está a la misma velocidad para mí que para la persona que pasa en colectivo por la avenida. Aunque no parezca, ese postulado –llamado "postulado de la constancia de la velocidad de la luz"– echa por tierra con las nociones clásicas del espacio y el tiempo. Cuando uno nota las consecuencias de este postulado –como hizo Einstein– llega a conclusiones sorprendentes. Como por ejemplo que dos sucesos que para nosotros –quietitos en este bar– son simultáneos, para alguien que mira esos dos mismos sucesos pero que se mueve respecto de nosotros, pueden no ser simultáneos. O sea que la simultaneidad depende del estado de movimiento, de quien observe. Lo mismo pasa con los intervalos temporales: para nosotros esta charla va a durar dos horas, pero para alguien que la mida desde otro lugar y en movimiento, va a medir una duración diferente.

Para ilustrar siempre están a mano los ejemplos del vagón del tren, que son famosos porque los propuso el mismo Einstein. Si estamos en un tren y prendemos una lamparita en la mitad de un vagón, vemos cómo la luz llega a las dos paredes al mismo tiempo. Esto pasa igualmente si el tren está quieto o si está en movimiento; estando arriba, con las ventanas cer das, no tenemos modo de saber si el tren mueve o no. Ahora ¿qué pasa si a este mism experimento lo vemos desde fuera del tren? tren se mueve y nosotros, los que medimos, tamos abajo: como la luz viaja a la misma v locidad hacia los dos lados y el tren está ava zando, la parte de atrás del tren se acerca a luz y la parte de adelante se aleja, entonces ¡ eventos no son simultáneos! De abajo, decim que la luz no llega simultáneamente a amb extremos. Este es un ejemplo típico que mu tra cómo llegar a conclusiones sorprenden gracias a la constancia de la velocidad de la l y del genio de Einstein.



ALBERT EINSTEIN FUE UNA NOTABLE PERSONAL

"Los físicos estamos convencidos de que la teoría de Einstein sirve para describir a la naturale za mejor que la newtoniana. Y e así, porque la física es una ciencia experimental y la relatividad predice lo que después pasa en los laboratorios."

EINSTEIN, NEWTON Y LAS PREFERENCIAS DE LOS FISICOS

Mazzitelli (continúa): La pregunta es por q creer esta teoría y no creerle a Newton, por q los físicos estamos convencidos de que esta oría sirve para describir a la naturaleza me que la física newtoniana. La respuesta es que física es una ciencia experimental y hay que h cer experimentos para ver cuál es la correcta resulta que la Teoría Especial de la Relativid se comprueba en muchísimos experimentos c

GUSANOS ATRACTIVOS

A la hora de las preguntas, el público –que una vez más abarrotó el café– exigió a los físicos con una precisa ronda de preguntas. Hubo especial interés en las posibilidades fantásticas de viajes temporales que no descarta la teoría de Einstein. Por ejemplo, lo que Hawking llama "agujeros de gusano".

Mazzitelli: Los agujeros de gusano son ciertas soluciones particulares de las ecuaciones de Einstein que se pueden visualizar con la curvatura espacio-temporal (ver en el cuerpo de la nota). A ver: por un momento imaginemos que somos seres bidimensionales que recorremos una sábana, y para llegar a la parte inferior si estamos arriba, debemos hacer todo el recorrido lineal y dar la vuelta. La pregunta es si no se podrá acumular cierto tipo de materia y producir un pliegue y lograr un camino más corto, conseguir un atajo en el espacio tiempo: "doblar la sábana". Los agujeros de gusano son eso, modificaciones a la curvatura del espacio que permiten tener una zona de curvatura muy grande que conecta dos pliegues distintos de la sábana. Y la gente se interesa mucho por esta posible solución a las ecuaciones por la relación con los viajes y las máquinas temporales. Yo me puedo imaginar una esfera en la que caminando siempre en la misma dirección pueda llegar al punto de partida. Existen soluciones a esas ecuaciones en las que se avanza permanentemente en el tiempo y llegamos al instante inicial. Eso se llama un "camino temporal cerrado" y está, digamos, permitido por la teoría de Einstein.

¿Es físicamente posible?

Mazzitelli: Digamos que podría ser... O no

Al respecto, Hawking tiene un principio creo que lo llama "conjetura de protecció cronológica", que asegura que la naturalez no permite que se formen máquinas de tiem po. Y, en broma, dice que existe evidencia ex perimental porque si realmente fueran posi bles las máquinas del tiempo estaríamos in vadidos por hordas de turistas del futuro.

ASTRONAUTICA: EL TERCERO EN DISCORDIA

China apunta al espacio

POR MARIANO RIBAS

Sin hacer mucho ruido, los chinos se están preparando para dar el gran salto al espacio: para los próximos años, prometen poner varios astronautas en órbita, la construcción de una gran estación espacial y... algo más. El anuncio, espectacular por cierto, proviene de la Administración Nacional China del Espacio. Y si bien es cierto que no es mucho más lo que ha trascendido oficialmente, ya se han filtrado unos cuantos e interesantes detalles sobre este ambicioso programa. Así, el país más poblado de la Tierra podría convertirse en la tercera potencia espacial, después de Estados Unidos y Rusia.

ANTECEDENTES

El programa espacial chino no es muy conocido, pero tiene sólidos antecedentes. Desde principios de la década del 70, China ha lanzado al espacio unos 300 satélites. Y durante los últimos años han aprovechado la enorme experiencia espacial ruso/soviética: les han comprado (y copiado) tecnología, y muchos de sus futuros astronautas se han estado entrenando en Rusia. La influencia rusa en el programa chino es evidente: de hecho, las actuales naves Shenzhou son casi idénticas a las famosas Soyuz. Y resulta que las Shenzhou (que se pronuncia "shun-jo") son la punta de lanza de la inminente aventura china. Estas naves, que van colocadas en la punta de un modernísimo cohete (como se ve en la foto), están compuestas por un módulo orbital, un módulo de retorno y motores propulsores. Y están preparadas para llevar "taikonautas" (ése es el término que usan los chinos) al espacio.

ANIMALES Y MUÑECOS

Las Shenzhou protagonizaron tres ensayos completamente exitosos: la primera nave despegó en noviembre de 1999, desde el Centro Espacial de Lanzamientos Jiuquan (ubicado en la provincia de Ganzu, al noroeste de China). Y dio 14 vueltas alrededor del planeta, pero sin llevar tripulación. La Shenzhou II, lanzada en enero del 2001, fue un poco más lejos, porque orbitó a la Tierra 108 veces durante una semana, y sí llevó tripulantes, aunque no precisamente humanos: un mono, un perro, bacterias (algunas versiones dicen que también viajó un conejo). Al parecer, todos regresaron sanos y salvos. Por último, el 25 de marzo pasado, los chinos lanzaron a la Shenzhou III. Tampoco viajaron verdaderos taikonautas, pero casi: la "tripulación" eran dos muñecos y varios instrumentos que controlaron las condiciones de habitabilidad de la cápsula (entre ellas, la cantidad de oxígeno y la temperatura a bordo). La nave permaneció una semana en órbita y, al igual que sus predecesoras, su módulo de retorno aterrizó exitosamente en China. El éxito de estas primeras pruebas de lanzamiento y retorno de cápsulas ha demostrado que "las naves Shenzhou son técnicamente apropiadas para llevar y traer astronautas", dijo hace poco un alto oficial de la Administración Nacional China del Espacio a la agencia de noticias Xingua. Según esta y otras fuentes, lo más interesante aún está por venir.

CHINOS EN ORBITA

Muy al estilo ruso, las autoridades chinas también se muestran herméticas sobre los detalles de su programa espacial tripulado, conocido como "Proyecto 921". Pero todo indica que en el 2003, o a lo sumo en el 2004, China realizará un último ensayo con las Shenzhou. Y en el 2005, finalmente, lanzaría al espacio a sus dos primeros taikonautas, una hazaña que sólo han logrado Estados Unidos y Rusia. De hecho, el gobierno chino del presidente Jiang Zemin está decidido a sumarse a la carrera espacial, compitiendo palmo a palmo con los dos monstruos de siempre y con la Unión Europea. Hasta ahora, China no ha podido participar en la construcción de la Estación Espacial Internacional, y por eso, ya está soñando con su propio castillo orbital: según trascendidos, la Administración Nacional China del Espacio está diseñando una estación espacial que estaría lista hacia el 2015. Probablemente será una versión ampliada y mejorada de la inolvidable Mir de los rusos. Pero los sueños chinos no se terminan ahí. Todavía falta la frutilla del postre.

EL VIAJE A LA LUNA

Los principales lineamientos del programa espacial de China aparecen en el *Libro Blanco* de la exploración aeroespacial, publicado por el gobierno hace un par de años. Allí se mencionan, sin mucho detalle, distintos proyectos para las próximas dos décadas, entre ellos, claro, la puesta en órbita de taikonautas. Pero hay algo particularmente llamativo: "Los planes de exploración lunar". China quiere ir a la Luna, ni más ni menos. Y, en realidad, eso no sería tan novedoso: recientemente, distintos medios chinos dijeron que su gobierno alguna vez pensó en un viaje tripulado a la Luna para 1999, celebrando el 50º aniversario de la fundación de la República Popular China. De más está decir que eso no ocurrió, pero la idea sigue dando vueltas. E incluso hay una fecha tentativa, aunque extraoficial: el 2010. De concretarse, sería una hazaña mayúscula, algo que sólo pudieron hacer los norteamericanos (aunque a un costo insostenible). Si así fuera, dentro de ocho años el hombre volvería a pisar la superficie lunar después de una larga pausa de cuatro décadas (la última misión Apolo fue en diciembre de 1972).

Para muchos analistas, toda esta movida, va más allá de lo meramente científico, y apunta a una gigantesca propaganda de orgullo nacional. Sea como fuere, es un emprendimiento serio, sumamente interesante, y le agrega un tercer "peso pesado" al panorama de la astronáutica mundial: los chinos, inflados de orgullo, ya saben que se han lanzado a la más grande de las aventuras.

UN COHETE CHINO, QUE LLEVA A LAS NAVES SHENZHOU. LAS SHENZHOU SON SIMILARES A LAS SOYUZ RUSAS.

La física en...

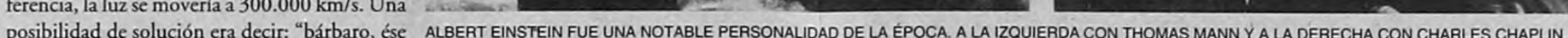
y magnéticos. de los fenómenos eléctricos y magnéticos. Maxwell encontró que su teoría predecía la existencia de ondas electromagnéticas. Y predecía una velocidad muy particular para la luz: 300.000 km por segundo en el vacío (como luego se comprobó). Una velocidad muy alta pero finita: la luz "tarda" en ir de un lado a otro. Pero ¿respecto de quién, o qué, la luz viaja a 300.000 km/s? Si yo mido la luz que sale ahora del proyector y la mide alguien que pasa por Corrientes en auto, tendría que dar velocidades distintas según la física clásica.

Entonces, teníamos una asimetría. Por un lado, las leyes de Newton no permitían el espacio absoluto; por otra parte, las leyes del electromagnetismo decían que había un sistema privilegiado: respecto de cualquier sistema de referencia, la luz se movería a 300.000 km/s. Una posibilidad de solución era decir: "bárbaro, ése el espacio absoluto de Newton". Pero a Einstein no le gustaba mucho la idea de un espacio absoluto, y tampoco esa asimetría entre las leyes de la mecánica y las del electromagnetismo. Entonces postuló que no existe el espacio absoluto. Si yo estoy moviéndome respecto de otra persona con velocidad constante, cualquier experimento que haga va a tener los mismos resultados que los resultados en otro laboratorio que se esté moviendo con velocidad constante respecto del primero. En particular, Einstein postuló que la velocidad de la luz debe ser la misma para cualquier persona, sea cual fuese su estado de movimiento.

Retomando el ejemplo, la luz que sale del proyector está a la misma velocidad para mí que para la persona que pasa en colectivo por la avenida. Aunque no parezca, ese postulado –llamado "postulado de la constancia de la velocidad de la luz"– echa por tierra con las nociones clásicas del espacio y el tiempo. Cuando uno nota las consecuencias de este postulado –como hizo Einstein– llega a conclusiones sorprendentes. Como por ejemplo que dos sucesos que para nosotros –quietitos en este bar– son simultáneos, para alguien que mira esos dos mismos sucesos pero que se mueve respecto de nosotros, pueden no ser simultáneos. O sea que la simultaneidad depende del estado de movimiento, de quien observe. Lo mismo pasa con los intervalos temporales: para nosotros esta charla va a durar dos horas, pero para alguien que la mida desde otro lugar y en movimiento, va a medir una duración diferente.

Para ilustrar siempre están a mano los ejemplos del vagón del tren, que son famosos porque los propuso el mismo Einstein. Si estamos en un tren y prendemos una lamparita en la mitad de un vagón, vemos cómo la luz llega a las dos paredes al mismo tiempo. Esto pasa igualmente si el tren está quieto o si está en movimiento; estando arriba, con las ventanas cerradas, no tenemos modo de saber si el tren se mueve o no. Ahora ¿qué pasa si a este mismo experimento lo vemos desde fuera del tren? El tren se mueve y nosotros, los que medimos, estamos abajo: como la luz viaja a la misma velocidad hacia los dos lados y el tren está avanzando, la parte de atrás del tren se acerca a la luz y la parte de adelante se aleja, entonces ¡los eventos no son simultáneos! De abajo, decimos que la luz no llega simultáneamente a ambos extremos. Este es un ejemplo típico que muestra cómo llegar a conclusiones sorprendentes gracias a la constancia de la velocidad de la luz, y del genio de Einstein.




ALBERT EINSTEIN FUE UNA NOTABLE PERSONALIDAD DE LA ÉPOCA. A LA IZQUIERDA CON THOMAS MANN Y A LA DERECHA CON CHARLES CHAPLIN.

"Los físicos estamos convencidos de que la teoría de Einstein sirve para describir a la naturaleza mejor que la newtoniana. Y es así, porque la física es una ciencia experimental y la relatividad predice lo que después pasa en los laboratorios."

EINSTEIN, NEWTON Y LAS PREFERENCIAS DE LOS FISICOS

Mazzitelli (continúa): La pregunta es por qué creer esta teoría y no creerle a Newton, por qué los físicos estamos convencidos de que esta teoría sirve para describir a la naturaleza mejor que la física newtoniana. La respuesta es que la física es una ciencia experimental y hay que hacer experimentos para ver cuál es la correcta. Y resulta que la Teoría Especial de la Relatividad se comprueba en muchísimos experimentos con enorme precisión. Son experimentos como los de poner relojes en cohetes y observar cómo atrasan o adelantan respecto de relojes que se quedaron en la Tierra; esa pequeña diferencia que se observa está explicada en la Teoría Especial de la Relatividad. Otra consecuencia que Einstein obtuvo es la posibilidad de convertir masa en energía y viceversa, según la célebre formula $E=m.c^2$ (la energía es igual a la masa por la velocidad de la luz al cuadrado). Esta fórmula se comprueba experimentalmente en cualquier reacción nuclear y en los aceleradores de partículas, donde se convierte –ahora casi con desdén– energía en masa y viceversa.

(Al margen, puedo decirles que hice una cuenta, por si a alguien le interesa subirse a un avión para que el tiempo le pase más despacio. Suponiendo que uno esté 80 años arriba de un avión que viaja a 1000 km por hora, sus relojes atrasarán una milésima de segundo. Digamos que no es negocio como método para que el tiempo pase más despacio.)

Bueno, en síntesis, no es que las leyes de Newton estuviesen definitivamente mal, sino que lo que hace Einstein es demostrar que esas leyes son válidas cuando las velocidades involucradas son mucho menores que la velocidad de la luz. Por eso, el ejemplo del tren es un ejemplo mental; para comprobarlo en la práctica el tren debería moverse a una velocidad comparable a la de la luz, cosa que por lo menos no pasa con la línea Mitre que es la que yo tomo. Entonces, vamos así del espacio de Newton al espacio de la Relatividad Especial en el cual los intervalos temporales y las longitudes pasan a depender del observador. Pero Einstein incluso fue más allá. Quiso incorporar la fuerza de gravedad y se encontró con un problema, porque según la teoría de la relatividad –y es uno de los aspectos más importantes– la velocidad de la luz, además de ser la misma para todos los observadores, es una velocidad límite: no se puede enviar información a una velocidad superior a la de la luz. Y esto es contrario a la ley de gravitación de Newton que podía explicar muchos fenómenos físicos, como la trayectoria de los planetas, a partir de una ley ("dos masas se atraen por una fuerza que es proporcional a la inversa del cuadrado de la distancia") en la que la gravedad se propaga de manera instantánea. Ese "instantáneamente" no existe en la teoría de Einstein; no hay manera de que si le ocurre algo al sol nosotros nos enteremos instantáneamente; vamos a tardar en saberlo al menos el tiempo que tarda la luz en recorrer esos 150 millones de kilómetros (unos 8 minutos). Como esa instantaneidad no era posible, Einstein se quedó pensando cómo incorporar la fuerza de gravedad a esa teoría y como resultado produjo la segunda revolución en 1915. Es la Teoría General de la Relatividad, que incluye los efectos gravitatorios. De esta teoría también se concluye que cualquier masa o cualquier forma de energía modifican el espacio y el tiempo a su alrededor. Entonces, no sólo no es absoluto el espacio y el tiempo sino que también se puede modificar. De nuevo, esta teoría ha sido comprobada experimentalmente.

"Por ejemplo, pequeñas desviaciones en los planetas (como Mercurio que es el que está más cerca del Sol y por ende es el más afectado por su gravitación) que no se explicaban con las leyes de Newton y sí con las de Einstein."

Por ejemplo, pequeñas desviaciones en los planetas (como Mercurio que es el que está más cerca del Sol y por ende más afectado por su gravitación) que no se explicaban con las leyes de Newton y sí con las de Einstein.

Otra de las predicciones muy importantes de la teoría de Einstein son las ondas gravitacionales –análogas a las electromagnéticas–: "modificaciones en el espacio y en el tiempo que viajan a la velocidad de la luz". Hay un aparato en Estados Unidos que está buscando la comprobación de esta predicción teórica. Es un detector de ondas gravitacionales, que consta de dos brazos de 4 km de longitud, y con un rayo láser que va de una punta a la otra. La idea es que si pasa una onda gravitacional, el láser se va a modificar y esa modificación puede medirse. Así se espera detectar la onda gravitacional, en los próximos años.

EL TIEMPO CERCA DE UN AGUJERO NEGRO

Gastón Giribet: Tal vez la idea más novedosa de esta teoría sea que el espacio y el tiempo forman un entramado, un ente único, que es relativo y modificable. Esto trajo una gran renovación conceptual en la física. Como dijo Diego Mazzitelli, los conceptos de intervalo, tiempo y distancia, cobran relevancia "si y sólo si" están en referencia a un observador particular.

Ahora bien, con la Teoría de la Relatividad General, de 1915, el espacio también se hace modificable, según la materia y energía que haya en él; se puede curvar. La estructura del espacio y del tiempo dependen de la presencia de materia en él. Así se establece una suerte de "conversación" entre la materia y el escenario donde los fenómenos se representan. Las trayectorias de los planetas, por ejemplo, alrededor del sol (que deforma el espacio tiempo) se ven afectadas por esa curvatura.

La curvatura del espacio tiempo producida por la masa del sol es una relectura de la interpretación de la gravedad: no es una fuerza de un cuerpo sobre otro sino el efecto de un cuerpo masivo que deforma el espacio. Y por eso Diego Mazzitelli se refería a la trayectoria más simple que puede realizar un planeta alrededor del sol, cuando lo orbita. Esto es matemáticamente verificable, y con razones análogas a las que indican que la recta es la trayectoria más simple en un plano. Entonces, tenemos una distorsión del espacio por la presencia de materia.

Veamos qué pasa cuando la deformación es muy grande, como en el caso de los agujeros negros (a estos efectos, podríamos pensarlos como estrellas ultra super densas), que pueden rastrearse hasta en los trabajos de 1916 de Karl Schwarzschild, físico austríaco que –en los ratos de ocio que le dejaban las balas del frente de la Primera Guerra Mundial y sólo un año después de la publicación de la relatividad general– calculó cuál sería el campo gravitatorio de un objeto esférico y notó que para objetos muy densos el campo era tal que ni siquiera la luz podía escapar de él. Si toda la masa del sol estuviera concentrada en muy pocos kilómetros, 2 o 3, ni siquiera la luz podría escapar. Además, por si fuera poco, el tiempo pasa más lento en las cercanías de estos objetos densos. Y tengan en cuenta que el tiempo siempre pasa más lento en las cercanías de cualquier objeto (más lentamente en la superficie de la Tierra que en la estación espacial, sin ir más lejos), pero si es muy denso, la diferencia es notable. Entonces, duración y curso del tiempo se vuelven relativos, no ya por el movimiento relativo entre un observador y otro (que sigue valiendo) sino que ahora también depende de cuán cerca estoy de la fuente que genera el campo gravitatorio. Un ejemplo casero: si tenemos un reloj en el piso de nuestro cuarto y otro en el techo, es decir, con tres metros de diferencia, en un año habrá una diferencia entre ambos de 100 millonésimas de segundo porque en el piso el campo gravitatorio de la Tierra es más intenso que en el techo. Es tan poca, a escala humana, la diferencia que para que se entienda tenemos que recurrir a los agujeros negros, pero quiero dejar claro que vale para toda masa. El tiempo transcurre más lentamente cuando el campo gravitatorio es más intenso, es decir, cerca de grandes masas.

GUSANOS ATRACTIVOS

A la hora de las preguntas, el público –que una vez más abarrotó el café– exigió a los físicos con una precisa ronda de preguntas. Hubo especial interés en las posibilidades fantásticas de viajes temporales que no descarta la teoría de Einstein. Por ejemplo, lo que Hawking llama "agujeros de gusano".

Mazzitelli: Los agujeros de gusano son ciertas soluciones particulares de las ecuaciones de Einstein que se pueden visualizar con la curvatura espacio-temporal (ver en el cuerpo de la nota). A ver: por un momento imaginemos que somos seres bidimensionales que recorremos una sábana, y para llegar a la parte inferior si estamos arriba, debemos hacer todo el recorrido lineal y dar la vuelta. La pregunta es si no se podrá acumular cierto tipo de materia y producir un pliegue y lograr un camino más corto, conseguir un atajo en el espacio tiempo: "doblar la sábana". Los agujeros de gusano son eso, modificaciones a la curvatura del espacio que permiten tener una zona de curvatura muy grande que conecta dos pliegues distintos de la sábana. Y la gente se interesa mucho por esta posible solución a las ecuaciones por la relación con los viajes y las máquinas temporales. Yo me puedo imaginar una esfera en la que caminando siempre en la misma dirección pueda llegar al punto de partida. Existen soluciones a esas ecuaciones en las que se avanza permanentemente en el tiempo y llegamos al instante inicial. Eso se llama un "camino temporal cerrado" y está, digamos, permitido por la teoría de Einstein.

¿Es físicamente posible?

Mazzitelli: Digamos que podría ser... O no. Al respecto, Hawking tiene un principio, creo que lo llama "conjetura de protección cronológica", que asegura que la naturaleza no permite que se formen máquinas de tiempo. Y, en broma, dice que existe evidencia experimental porque si realmente fueran posibles las máquinas del tiempo estaríamos invadidos por hordas de turistas del futuro.

UN AGUJERO NEGRO NO ES UN AGUJERO

¿Qué relación hay entre el principio de incertidumbre y los agujeros negros?

Mazzitelli: Stephen Hawking también demostró que en realidad los agujeros negros no son tan negros, en el sentido de que es posible que sí escape algo de allí dentro, a través de ciertos efectos cuánticos. Los agujeros negros podrían llegar a irradiar, según Hawking, pero es tan ínfima esa radiación que no se la puede medir. Sin embargo, es algo muy interesante desde el punto de vista conceptual.

¿Qué pasa con los experimentos que lograron superar la velocidad de la luz?

Mazzitelli: Se han hecho mediciones supralumínicas pero son sólo velocidades aparentes. Estos experimentos (uno de los cuales fue dado a conocer hacia noviembre del año pasado) son mediciones aparentes, y por lo tanto, no contradicen la teoría de Einstein ni el principio de causalidad. Para explicar lo que es una "velocidad aparente" hay que recurrir a otro experimento mental. Supongan que tenemos un faro y se pone una superficie esférica alrededor del faro y muy lejos. Entonces, todos pueden ver que el faro ilumina esa superficie esférica y cuando va girando la superficie esférica se va iluminando en distintos puntos. La velocidad con que la luz se mueve en la superficie esférica podría ser mayor a 300.000 km/s pero eso no implica que se pueda transmitir información más allá de esa velocidad. Es una velocidad aparente porque si el faro se apaga no se puede transmitir que se apagó el faro a una velocidad mayor, no se puede aprovechar esa información.

Todos esos experimentos que se hicieron, no con un faro sino con un generador de microondas, no lograron velocidades verdaderamente supralumínicas en cuanto a transmisión de información.

NOVEDADES EN CIENCIA



EL REGRESO DE "EL NIÑO"

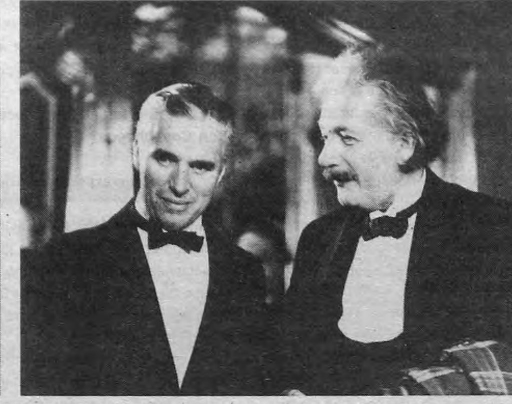
NewScientist En 1998, durante su última aparición, "El Niño", esa maldita criatura climatológica, provocó lluvias descomunales, desbordes de ríos, aludes, sequías, incendios forestales y otros estragos en buena parte del planeta (incluida la Argentina, que sufrió terribles inundaciones, especialmente en la Mesopotamia).

Ya han pasado algunos años, y según un grupo de científicos estadounidenses, "El Niño" ya nos estaría golpeando la puerta nuevamente. El fenómeno suele ocurrir cada tres a cinco años. Y consiste, básicamente, en una inversión de las corrientes oceánicas y de los vientos en la zona ecuatorial del océano Pacífico. Entonces, una enorme masa de aguas cálidas, que normalmente rodean a Indonesia, se desparrama a través del océano, llegando hasta la costa occidental de América. Como resultado, la temperatura del mar sube algunos grados. Y lo que sigue es una cadena de factores asociados (entre ellos, fuertes vientos y mayor humedad) que desencadenan tormentas en los mares del sur, copiosas lluvias, fuertes crecidas de los ríos y tremendas inundaciones, especialmente en Sudamérica. Como contrapartida, en otras regiones, como el sudeste de Asia, se producen tremendas sequías e incendios forestales. Tal como ocurrió en 1998, hay veces en que la influencia climática de "El Niño" es tan fuerte, que llega a afectar a América del Norte, Africa e incluso, también a Europa.

Ahora, un grupo de expertos de la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica (NOAA) de los Estados Unidos dice que un nuevo episodio de "El Niño" se estaría gestando en el océano Pacífico tropical. La información satelital indica que las temperaturas del agua ya están 3°C por encima de sus valores normales frente a las costas de Ecuador y Perú. Además, durante las últimas semanas, se registraron lluvias muy fuertes sobre las islas Galápagos (un ecosistema tradicionalmente muy afectado por los embates de "El Niño"). Y por último, hay otra clara señal natural: los enormes cardúmenes de anchoas, peces típicos de aguas frías, se han alejado de las costas de Perú. "Es probable que estos indicadores representen las primeras etapas de 'El Niño'", dice un flamante informe de NOAA. Y agrega que las condiciones podrían durar varios meses, hasta completar el desarrollo de un episodio que, esta vez, "sería débil o moderado".

El regreso de "El Niño" no es ninguna sorpresa. De hecho, varios modelos climáticos lo venían pronosticando desde el año pasado (basándose en el monitoreo de las temperaturas superficiales del mar y el comportamiento de las corrientes oceánicas). Y en marzo, la Organización Meteorológica Mundial concluyó que había una probabilidad del 60% a favor de la vuelta de "El Niño". De todos modos, los científicos del NOAA aclaran que no está todo dicho. Habrá que ver cómo se comportan los indicadores naturales durante las próximas semanas, consideradas "un período crítico" para determinar la inminente vuelta, o no, de esta pesadilla climatológica.





D DE LA ÉPOCA. A LA IZQUIERDA CON THOMAS MANN Y A LA DERECHA CON CHARLES CHAPLIN.

enorme precisión. Son experimentos como los de poner relojes en cohetes y observar cómo atrasan o adelantan respecto de relojes que se quedaron en la Tierra; esa pequeña diferencia que se observa está explicada en la Teoría Especial de la Relatividad. Otra consecuencia que Einstein obtuvo es la posibilidad de convertir masa en energía y viceversa, según la célebre formula $E=m.c^2$ (la energía es igual a la masa por la velocidad de la luz al cuadrado). Esta fórmula se comprueba experimentalmente en cualquier reacción nuclear y en los aceleradores de partículas, donde se convierte –ahora casi con desdén– energía en masa y viceversa.

(Al margen, puedo decirles que hice una cuenta, por si a alguien le interesa subirse a un avión para que el tiempo le pase más despacio. Suponiendo que uno esté 80 años arriba de un avión que viaja a 1000 km por hora, sus relojes atrasarán una milésima de segundo. Digamos que no es negocio como método para que el tiempo pase más despacio.)

Bueno, en síntesis, no es que las leyes de Newton estuviesen definitivamente mal, sino que lo que hace Einstein es demostrar que esas leyes son válidas cuando las velocidades involucradas son mucho menores que la velocidad de la luz. Por eso, el ejemplo del tren es un ejemplo mental; para comprobarlo en la práctica el tren debería moverse a una velocidad comparable a la de la luz, cosa que por lo menos no pasa con la línea Mitre que es la que yo tomo. Entonces, vamos así del espacio de Newton al espacio de la Relatividad Especial en el cual los intervalos temporales y las longitudes pasan a depender del observador. Pero Einstein incluso fue más allá. Quiso incorporar la fuerza de gravedad y se encontró con un problema, porque según la teoría de la relatividad –y es uno de los aspectos más importantes– la velocidad de la luz, además de ser la misma para todos los observadores, es una velocidad límite: no se puede enviar información a una velocidad superior a la de la luz. Y esto es contrario a la ley de gravitación de Newton que podía explicar muchos fenómenos físicos, como la trayectoria de los planetas, a partir de una ley ("dos masas se atraen por una fuerza que es proporcional a la inversa del cuadrado de la distancia") en la que la gravedad se propaga de manera instantánea. Ese "instantáneamente" no existe en la teoría de Einstein; no hay manera de que si le ocurre algo al sol nosotros nos enteremos instantáneamente; vamos a tardar en saberlo al menos el tiempo que tarda la luz en recorrer esos 150 millones de kilómetros (unos 8 minutos). Como esa instantaneidad no era posible, Einstein se quedó pensando cómo incorporar la fuerza de gravedad a esa teoría y como resultado produjo la segunda revolución en 1915. Es la Teoría General de la Relatividad, que incluye los efectos gravitatorios. De esta teoría también se concluye que cualquier masa o cualquier forma de energía modifican el espacio y el tiempo a su alrededor. Entonces, no sólo no es absoluto el espacio y el tiempo sino que también se puede modificar. De nuevo, esta teoría ha sido comprobada experimentalmente.

> "Por ejemplo, pequeñas desviaciones en los planetas (como Mercurio que es el que está más cerca del Sol y por ende es el más afectado por su gravitación) que no se explicaban con las leyes de Newton y sí con las de Einstein."

Por ejemplo, pequeñas desviaciones en los planetas (como Mercurio que es el que está más cerca del Sol y por ende más afectado por su gravitación) que no se explicaban con las leyes de Newton y sí con las de Einstein.

Otra de las predicciones muy importantes de la teoría de Einstein son las ondas gravitacionales –análogas a las electromagnéticas–: "modificaciones en el espacio y en el tiempo que viajan a la velocidad de la luz". Hay un aparato en Estados Unidos que está buscando la comprobación de esta predicción teórica. Es un detector de ondas gravitacionales, que consta de dos brazos de 4 km de longitud, y con un rayo láser que va de una punta a la otra. La idea es que si pasa una onda gravitacional, el láser se va a modificar y esa modificación puede medirse. Así se espera detectar la onda gravitacional, en los próximos años.

EL TIEMPO CERCA DE UN AGUJERO NEGRO

Gastón Giribet: Tal vez la idea más novedosa de esta teoría sea que el espacio y el tiempo forman un entramado, un ente único, que es relativo y modificable. Esto trajo una gran renovación conceptual en la física. Como dijo Diego Mazzitelli, los conceptos de intervalo, tiempo y distancia, cobran relevancia "si y sólo si" están en referencia a un observador particular. Ahora bien, con la Teoría de la Relatividad General, de 1915, el espacio también se hace modificable, según la materia y energía que haya en él; se puede curvar. La estructura del espacio y del tiempo dependen de la presencia de materia en él. Así se establece una suerte de "conversación" entre la materia y el escenario donde los fenómenos se representan. Las trayectorias de los planetas, por ejemplo, alrededor del sol (que deforma el espacio tiempo) se ven afectadas por esa curvatura.

La curvatura del espacio tiempo producida por la masa del sol es una relectura de la interpretación de la gravedad: no es una fuerza de un cuerpo sobre otro sino el efecto de un cuerpo masivo que deforma el espacio. Y por eso Diego Mazzitelli se refería a la trayectoria más simple que puede realizar un planeta alrededor del sol, cuando lo orbita. Esto es matemáticamente verificable, y con razones análogas a las que indican que la recta es la trayectoria más simple en un plano. Entonces, tenemos una distorsión del espacio por la presencia de materia.

Veamos qué pasa cuando la deformación es muy grande, como en el caso de los agujeros negros (a estos efectos, podríamos pensarlos como estrellas ultra super densas), que pueden rastrearse hasta en los trabajos de 1916 de Karl Schwarzschild, físico austríaco que –en los ratos de ocio que le dejaban las balas del frente de la Primera Guerra Mundial y sólo un año después de la publicación de la relatividad general– calculó cuál sería el campo gravitatorio de un objeto esférico y notó que para objetos muy densos el campo era tal que ni siquiera la luz podía escapar de él. Si toda la masa del sol estuviera concentrada en muy pocos kilómetros, 2 o 3, ni siquiera la luz podría escapar. Además, por si fuera poco, el tiempo pasa más lento en las cercanías de estos objetos densos. Y tengan en cuenta que el tiempo siempre pasa más lento en las cercanías de cualquier objeto (más lentamente en la superficie de la Tierra que en la estación espacial, sin ir más lejos), pero si es muy denso, la diferencia es notable. Entonces, duración y curso del tiempo se vuelven relativos, no ya por el movimiento relativo entre un observador y otro (que sigue valiendo) sino que ahora también depende de cuán cerca estoy de la fuente que genera el campo gravitatorio. Un ejemplo casero: si tenemos un reloj en el piso de nuestro cuarto y otro en el techo, es decir, con tres metros de diferencia, en un año habrá una diferencia entre ambos de 100 millonésimas de segundo porque en el piso el campo gravitatorio de la Tierra es más intenso que en el techo. Es tan poca, a escala humana, la diferencia que para que se entienda tenemos que recurrir a los agujeros negros, pero quiero dejar claro que vale para toda masa. El tiempo transcurre más lentamente cuando el campo gravitatorio es más intenso, es decir, cerca de grandes masas.

UN AGUJERO NEGRO NO ES UN AGUJERO

¿Qué relación hay entre el principio de incertidumbre y los agujeros negros?

Mazzitelli: Stephen Hawking también demostró que en realidad los agujeros negros no son tan negros, en el sentido de que es posible que sí escape algo de allí dentro, a través de ciertos efectos cuánticos. Los agujeros negros podrían llegar a irradiar, según Hawking, pero es tan ínfima esa radiación que no se la puede medir. Sin embargo, es algo muy interesante desde el punto de vista conceptual.

¿Qué pasa con los experimentos que lograron superar la velocidad de la luz?

Mazzitelli: Se han hecho mediciones supralumínicas pero son sólo velocidades aparentes. Estos experimentos (uno de los cuales fue dado a conocer hacia noviembre del año pasado) son mediciones aparentes, y por lo tanto, no contradicen la teoría de Einstein ni el principio de causalidad. Para explicar lo que es una "velocidad aparente" hay que recurrir a otro experimento mental. Supongan que tenemos un faro y se pone una superficie esférica alrededor del faro y muy lejos. Entonces, todos pueden ver que el faro ilumina esa superficie esférica y cuando va girando la superficie esférica se va iluminando en distintos puntos. La velocidad con que la luz se mueve en la superficie esférica podría ser mayor a 300.000 km/s pero eso no implica que se pueda transmitir información más allá de esa velocidad. Es una velocidad aparente porque si el faro se apaga no se puede transmitir que se apagó el faro a una velocidad mayor, no se puede aprovechar esa información.

Todos esos experimentos que se hicieron, no con un faro sino con un generador de microondas, no lograron velocidades verdaderamente supralumínicas en cuanto a transmisión de información.

NOVEDADES EN CIENCIA



EL REGRESO DE "EL NIÑO"

NewScientist

En 1998, durante su última aparición, "El Niño", esa maldita criatura climatológica, provocó lluvias descomunales, desbordes de ríos, aludes, sequías, incendios forestales y otros estragos en buena parte del planeta (incluida la Argentina, que sufrió terribles inundaciones, especialmente en la Mesopotamia).

Ya han pasado algunos años, y según un grupo de científicos estadounidenses, "El Niño" ya nos estaría golpeando la puerta nuevamente. El fenómeno suele ocurrir cada tres a cinco años. Y consiste, básicamente, en una inversión de las corrientes oceánicas y de los vientos en la zona ecuatorial del océano Pacífico. Entonces, una enorme masa de aguas cálidas, que normalmente rodean a Indonesia, se desparrama a través del océano, llegando hasta la costa occidental de América. Como resultado, la temperatura del mar sube algunos grados. Y lo que sigue es una cadena de factores asociados (entre ellos, fuertes vientos y mayor humedad) que desencadenan tormentas en los mares del sur, copiosas lluvias, fuertes crecidas de los ríos y tremendas inundaciones, especialmente en Sudamérica. Como contrapartida, en otras regiones, como el sudeste de Asia, se producen tremendas sequías e incendios forestales. Tal como ocurrió en 1998, hay veces en que la influencia climática de "El Niño" es tan fuerte, que llega a afectar a América del Norte, Africa e incluso, también a Europa.

Ahora, un grupo de expertos de la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica (NOAA) de los Estados Unidos dice que un nuevo episodio de "El Niño" se estaría gestando en el océano Pacífico tropical. La información satelital indica que las temperaturas del agua ya están 3°C por encima de sus valores normales frente a las costas de Ecuador y Perú. Además, durante las últimas semanas, se registraron lluvias muy fuertes sobre las islas Galápagos (un ecosistema tradicionalmente muy afectado por los embates de "El Niño"). Y por último, hay otra clara señal natural: los enormes cardúmenes de anchoas, peces típicos de aguas frías, se han alejado de las costas de Perú. "Es probable que estos indicadores representen las primeras etapas de 'El Niño'", dice un flamante informe de NOAA. Y agrega que las condiciones podrían durar varios meses, hasta completar el desarrollo de un episodio que, esta vez, "sería débil o moderado".

El regreso de "El Niño" no es ninguna sorpresa. De hecho, varios modelos climáticos lo venían pronosticando desde el año pasado (basándose en el monitoreo de las temperaturas superficiales del mar y el comportamiento de las corrientes oceánicas). Y en marzo, la Organización Meteorológica Mundial concluyó que había una probabilidad del 60% a favor de la vuelta de "El Niño". De todos modos, los científicos del NOAA aclaran que no está todo dicho. Habrá que ver cómo se comportan los indicadores naturales durante las próximas semanas, consideradas "un período crítico" para determinar la inminente vuelta, o no, de esta pesadilla climatológica.

LIBROS Y PUBLICACIONES

INTRODUCCION A LA HISTORIA DE LAS TECNICAS
Bertrand Gille
Crítica, 206 páginas

Desde principios del siglo XX, pero sobre todo desde la segunda mitad en adelante, la reflexión sobre la técnica ha ganado espacio en el tablero de las disciplinas contemporáneas. Pero realizar una historia de la técnica supone problemas de todo tipo, además de necesitar una definición de qué cosa es y qué no es un avance técnico. Por empezar, ahí está la trampa del determinismo técnico, una tentación para historiadores de cualquier disciplina. Y más adelante, la historia de la técnica en particular supone un problema interesante: historiar y pensar la técnica requiere, en principio, un saber complejo. Entonces: ¿debe una historia de la técnica rigurosa ser un artefacto esotérico, cuya labor está limitada a un cierto número de técnicos? ¿O por el contrario, debe perder su especificidad en un marco histórico más amplio y accesible?

Estas son algunas de las preguntas a las que intentó responder, hace veinte años, Bertrand Gille, en *Histoire des techniques*, que recientemente se encuentra disponible para el público de habla castellana en Argentina. En realidad, sólo la introducción de aquel trabajo, lo que entonces se llamó "los prolegómenos", y que se publican hoy en castellano bajo el título de *Introducción a la historia de las técnicas.* De todas maneras, aunque no se publique la obra íntegra, la introducción al monumental trabajo de Gille tiene en la brevedad la virtud de presentar conceptos fundamentales del autor a la hora de pensar la técnica y su historia, entre ellos, el de "sistema técnico", y sus relaciones con los otros "sistemas" (económico, social, científico, político, etc.) de cuya influencia y mutua interdependencia, sostiene Gille, resulta una etapa histórica, o "sistema total". ***F.M.***

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES:

donde se comenta la obra "Copenhague", que subió a escena en el Teatro Gral. San Martín

POR LEONARDO MOLEDO

–Increíblemente –dijo el Comisario Inspector–, Daniel Rosenvasser dio mal la solución de los banqueros ladrones. Creo que es la primera vez que ocurre un hecho tan extravagante.

–¿Cuál? –preguntó Kuhn–, ¿que Daniel Rosenvasser se haya equivocado, o que los banqueros sean ladrones?

–Me sorprende –dijo el Comisario Inspector–, "un delito mucho mayor que robar un banco es fundarlo", eso ya lo dijo Marx que, como todo el mundo sabe, es uno de los pensadores más respetados por la policía.

–No me sorprende –dijo Kuhn–, les garantizó el trabajo por mucho tiempo y los mantuvo lejos del fantasma de la desocupación. Pero el autor de la frase fue Bertolt Brecht, supongo que, también, un autor preferido por la policía...

–"Un fantasma recorre el mundo..." –dijo el Comisario Inspector– cuando leo esa frase se me caen las lágrimas aún hoy... ¿no es extraordinaria como comienzo de un libro? Tiene la misma potencia que la primera frase de *Ana Karenina*: "Las familias felices son todas iguales, pero las desdichadas lo son cada una a su manera". Aunque no es de Tolstoi de quien quería hablar hoy –tenía un ataque verborrágico, sin duda– sino de la obra *Copenhague*, que están dando en el Teatro San Martín.

–No tuve tiempo de ir a verla aún –dijo Kuhn–. También, es difícil, estando prisionero en esta columna.

–Ah –dijo el Comisario Inspector–, sólo la policía tiene esa maravillosa facultad de salir y entrar a voluntad, esa propiedad casi metafísica que proviene de la índole y la sustancia de la represión y el delito, del castigo y la recompensa. De todas maneras, recomiendo a todo el mundo que la vea. Vale la pena, aunque yo tengo mis objeciones. La obra relata el encuentro que Niels Bohr y Werner Heisenberg tuvieron en Copenhague, en la Dinamarca ocupada por los nazis, en 1941, en plena guerra.

–Heisenberg fue repentinamente a visitarlo –dijo Kuhn–. Recuerdo haberlo leído en un libro, que si no me equivoco se llamaba...

–*Dioses y demonios en el átomo*, o algo por el estilo –dijo el Comisario Inspector –. Brevemente, el asunto es éste. Nunca se supo bien qué diablos fue a hacer Heisenberg a Copenhague, y tanto él como Bohr dieron, más tarde, versiones distintas. ¿Había ido Heisenberg para invitar –disparatada idea– a Bohr a unirse al plan atómico alemán? ¿Fue para averiguar si Bohr sabía algo sobre el plan atómico de los aliados? ¿Fue para proponerle un boicot simultáneo en ambos lados al desarrollo de la bomba atómica? Bien, la obra gira sobre ese problema.

–¿Y cuál es la objeción?

–La objeción es ideológica –dijo el Comisario Inspector–. A lo largo de toda la obra, se trata la Segunda Guerra Mundial como si hubiera sido un enfrentamiento en cierta medida neutro entre grupos de potencias. Como lo fue, digamos, la Primera Guerra Mundial. Pero la Segunda Guerra tuvo un componente ideológico básico, y en la obra no está presente. Para decirlo con terminología policial, en *Copenhague* falta una Metafísica del Mal. No es posible que se hable de la Segunda Guerra Mundial, de los nazis, de los judíos y de los aliados, y no se mencione a Auschwitz más que una sola vez, hacia el final, y de pasada.

–Está centrada en la bomba atómica –dijo Kuhn– e Hiroshima tiene bastante densidad metafísica.

–Sí –dijo el Comisario Inspector–, pero –según mi lectura– lo que se desprende de Copenhague es que el "Gran Hecho Maléfico" –y en cierta medida único– de la Segunda Guerra fue Hiroshima, lo cual me parece un disparate, y más cuando se dice a través de Werner Heisenberg, que dirigía el programa alemán, que quería poner una bomba atómica en manos de Hitler, aunque después, claro está, lo haya negado. La actitud de Bohr, por su parte, a ese respecto parece ingenua.

–Prometo ir a verla esta semana –dijo Kuhn– y así podremos discutir la semana que viene con conocimiento de causa. Ahora, hace falta algún enigma.

–Uno rápido y muy sencillo, tomado de una carta que nos envió el profesor Gustavo de Dios Pita. ¿Es verdad que la diferencia entre dos cuadrados consecutivos es igual a la suma de las bases de esos cuadrados?

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Vieron *Copenhague*?

Correo de lectores

DEMOSTRACION Y SOLUCION

Me parecieron interesantes las múltiples reacciones que provocó mi "mostración", no llegué a escribirles para darles la demostración que luego vi que Alejandro Satz y Gustavo Soprano hicieron.

Sé que no es lo mismo mostrar una propiedad con un recurso geométrico que demostrala. No obstante, creo que es importante rescatar el valor que tiene apelar a la geometría para mostrar propiedades como lo hacían los griegos. La formalización siempre viene a posteriori.

Con respecto al nuevo enigma de los banqueros ladrones, teniendo en cuenta la sucesión de los números impares, la cantidad de lotes que armaron es la raíz cuadrada de 25.502.500, es decir, 5050 lotes. Luego, según la forma que adoptaron para repartirlos forman una sucesión aritmética cuyo primer término es 1, su diferencia también es 1 y queremos saber para qué posición la suma es 5050.

$(1 + n) . n / 2 = 5050$

es decir que

$n^2 + n - 10100 = 0$ cuyo valor positivo es 100.

Por lo que podemos decir que los banqueros ladrones eran 100.

Daniel Lischinsky

"CIENCIA HOY"

Para conseguir la revista *Ciencia Hoy* lo que hay que hacer es pedirle al canillita que la encargue a su distribuidora, y éste se la puede hasta llevar a su domicilio sin recargo. Por este método también se pueden conseguir números atrasados.

Saludos

Antonio Alvarez

AGENDA CIENTIFICA

VIERNES EN EL PLANETARIO
Los segundos y cuartos viernes de cada mes desde las 17.30 en la Sala de Proyección del Planetario de la Ciudad se podrán localizar las constelaciones zodiacales visibles al momento. Luego, un científico dará una charla sobre su especialidad. El 26 de abril, la doctora Carmen Núñez explicará *¿Qué es la teoría de cuerdas?* Figueroa Alcorta y Sarmiento, entrada libre y gratuita.

FRAUDES PARANORMALES
Facultades extraordinarias, poderes de la mente, curas milagrosas. Para revelar este tipo de engaños, Enrique Márquez dictará el curso teórico práctico "Psicología del engaño. Fraudes paranormales al descubierto" que develará algunos trucos de los embaucadores. Informes: 4611-1300, skeptic@ciudad.com.ar

CARPINCHOS EN CAUTIVERIO
La Facultad de Veterinaria anuncia su segundo curso sobre cría en cautiverio de carpinchos, para los días 9 y 10 de mayo de 2002, de 18 a 22, que será dictado por el licenciado Martín Alvarez. Informes: 4524-8477.

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar